

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-171652

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 6 月 26 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

G 0 6 F 9/38

3 3 0

G 0 6 F 9/38 3 3 0 B

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 9-265642

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 9 月 30 日

(31) 優先権主張番号 08/726963

(32) 優先日 1996 年 10 月 7 日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー  
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN  
ESS MACHINES CORPO  
RATION

アメリカ合衆国 10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 デイビッド・ステファン・レビタン

アメリカ合衆国 78717、テキサス州 オース  
ティン、マーサス・ドライブ 9031

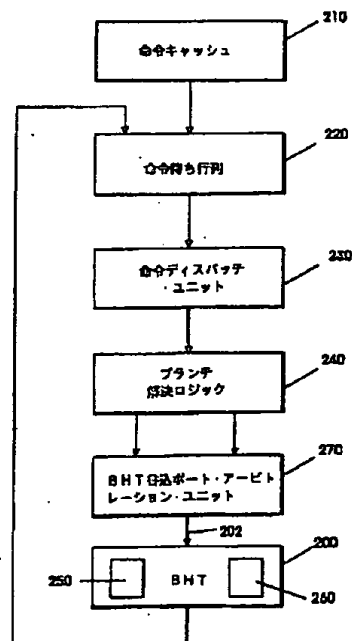
(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 ブランチ・ヒストリ・テーブルを更新するための方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 単一サイクルで複数のブランチを解決するプロセッサにおけるブランチ・ヒストリ・テーブル (BHT) を更新するための方法及び装置を提供する。

【解決手段】 その方法及び装置は、BHT を更新するためのブランチの 1 つに対応したデータのみを選択することによって、2 書込ポート付き BHT と同様のパフォーマンスを達成する単一書込ポート付き BHT を利用する。BHT を更新するためのブランチ命令に対応するデータは、そのブランチ命令によってセットされた命令バスの予測が正しく行われたかどうか及び BHT における対応する飽和アップ・ダウン・カウンタの状態に基づいて選択される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プロセッサにおけるデータでもってブランチ・ヒストリ・テーブル（BHT）を更新するための方法にして、

（a）第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するステップと、

（b）前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、ステップ（a）における予測に従ってどちらの命令のパスが取られるかを解決するステップと、

（c）ステップ（a）における予測が正しかったかどうかに応答して、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうち的一方に対応するデータを選択するステップと、

を含む方法。

【請求項2】 前記ステップ（c）において選択されたデータを更新するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記ステップ（c）は、前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記ステップ（c）は、前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】 前記ステップ（c）は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われた時、前記BHTに対して飽和アップ・ダウン・カウンタを与えるステップを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項7】 前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項8】 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1

ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項9】 ブランチ予測データを有し、飽和アップ・ダウン・カウンタを含むブランチ・ヒストリ・テーブルをプロセッサにおいて更新するための方法にして、

（a）第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するステップと、

（b）前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記ステップ（a）における予測に応答してどちらの命令のパスが取られるかを解決するステップと、

（c）前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記ステップ（a）における予測が正しかったかどうかを決定するステップと、

（d）下記のステップを遂行することによって前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうち的一方に対応したブランチ予測データを選択するステップと、

（d1）前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、

（d2）前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、及び

（d3）前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われた時、以下のステップに従って選択するステップ、（i）前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべきブランチ命令として前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、（ii）前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、及び（iii）前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、

（e）前記ステップ（d）において選択された前記ブランチ命令に対する前記BHTにおいて記憶されたブランチ予測データを更新するステップと、を含む方法。

【請求項10】 ブランチ・ヒストリ・テーブル（BHT）を更新するための装置にして、

（a）データを記憶するBHTであって、前記データを

更新するための単一の書込ポートを有するBHTを含むプロセッサと、

(b) 前記プロセッサによって処理されるその後の命令の順序を命令の順次パス及び命令のブランチ・パスの間で制御する第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するための手段と、

(c) 前記予測するための手段による予測に従って及び同じサイクル内で、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対してどちらの命令のパスが取られるかを解決するためのブランチ解決手段と、

(d) 前記ブランチ解決手段は、前記予測するための手段による前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が正しかったかどうかを決定するための決定手段を含むことと、

(e) 前記予測が正しかったかどうかに応答して、前記書込ポートを介して前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを選択するためのBHT書込ポート・アービトレーション手段と、を含む装置。

【請求項11】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段によって選択された前記BHTにおける前記ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを更新するための更新手段を更に含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【請求項12】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【請求項13】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【請求項14】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【請求項15】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第2

ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが正しく飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【請求項16】前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする請求項10に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、概して云えば、情報処理システムに関するものであり、更に詳しくいえば、情報処理システムにおいてブランチ・ヒストリ・テーブルを更新するための方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】命令ストリームにおけるブランチ命令の存在は、長い間、情報処理システムのプロセッサ又は中央処理装置において高いパフォーマンスを得ることに對する障害となっていた。ブランチ命令は、固有の命令ストリーム、即ち、直線的な制御の流れを変え、しかも、一般には、ブランチ・パスに沿った命令がキャッシュ又は他のメモリ装置から取り出される間、CPUを停止させる。

【0003】プロセッサは、それらが1サイクル当たり処理することができる命令の数を増加させているので、単一サイクルにおいて2つのブランチ命令を処理することが望ましくなっている。今日の最も高いパフォーマンスのプロセッサは、ブランチ予測精度を改良するためにブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)を実施している。2つのブランチ命令が単一のサイクルにおいて処理される場合、BHTに記憶されたブランチ予測データに対する2つの更新が同時に生じることがある。両方の更新をBHTに同時に書き込む場合、2書込ポート付きBHTが必要である。しかし、2書込ポート付きBHTはそのBHTのサイズ及び複雑さを大きく増加させる。

【0004】従って、必要なものは、プロセッサにおいてブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)を更新するための方法にして、そのBHTを更新するためにそのBHTの1つの書込ポートしか使用しないという、単一サイクルにおいて複数ブランチを解決する方法である。換言すれば、BHTに同時に与えられる2つのデータ更新のうちの1つだけを選択するアービトレーション・スキームが必要である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、複数のブランチが同時に解決される時、BHTを更新するために単一書込ポート付きBHTを使用することである。

【0006】本発明のもう1つの目的は、複数のブランチ命令のうちのどれがBHTを更新するための最高優先順位を有するかを決定するためのスキームを開発することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】従って、本発明は、プロセッサにおいてブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)を更新するために、(a)第1及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するステップと、(b)前記第1及び第2ブランチ命令に対して、ステップ(a)における予測に従ってどちらの命令のパスが取られるかを解決するステップと、(c)ステップ(a)における予測が正しかったかどうかに応答して、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1又は第2ブランチ命令のうちの一方に対応するデータを選択するステップと、を含む方法を提供する。

【0008】又、本発明は、BHTを更新するための装置も提供する。その装置は、ブランチ予測データを記憶するためのBHTを含むプロセッサより成り、BHTはそのBHTを更新するための単一の書込ポートを含む。本発明の装置は、更に、前記プロセッサにより処理されるその後の命令の順序を命令の順次パス及び命令のブランチ・パスの間で制御する第1及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するための回路を含む。その予測するための回路による予測に従って及び同じサイクル内で、第1及び第2ブランチ命令に対してどちらの命令のパスが取られるかを解決するためのブランチ解決回路が含まれる。そのブランチ解決回路は、更に、第1及び第2ブランチ命令に対する予測が正しかったかどうかを決定するための決定回路を含む。本発明の装置は、更に、それらの予測が正しかったかどうかに応答して、書込ポートを介してBHTにおいて更新されるべきその第1又は第2ブランチ命令の一方に対応したデータを選択するためのBHT書込ポート・アービトレーション回路を含む。

【0009】本発明は、2書込ポート付きBHTと同様のパフォーマンスを得る単一書込ポート付きBHTを使用するという利点を提供する。

## 【0010】

【発明の実施の形態】本発明を実施するためのハードウェア環境が図1に示される。図1は、少なくとも1つのプロセッサ又は中央処理装置(CPU)10を持った、本発明による情報処理/コンピュータ・システムの代表的なハードウェア構成を示す。CPU10は、システム・バス12を介してランダム・アクセス・メモリ(RAM)14、読取専用メモリ(ROM)16、ディスク・

ユニット20及びテープ・ドライブ40のような周辺装置をシステム・バス12に接続するための入出力(I/O)アダプタ18、キーボード24又はマウス・ボタン17を有するマウス26、又はスピーカ28、マイクロフォン32又はタッチ・スクリーン装置(図示されていない)のような他のユーザ・インターフェース装置をシステム・バス12に接続するためのユーザ・インターフェース・アダプタ22、その情報処理システムをデータ処理ネットワークに接続するための通信アダプタ34、及びシステム・バス12をディスプレイ装置38に接続するためのディスプレイ・アダプタ36に相互接続される。

【0011】「データ」という言葉は、別途指定されない場合には、任意の情報を意味し、データ及び命令を含む。

【0012】図2は、2つの書込ポート102及び104を有するブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)100に記憶されたブランチ予測データを更新するための従来技術の装置及び方法を示す。図2に示された装置及び方法は、一般に、所定数のサイクル/秒で動作するプロセッサ又はCPUにおいて実施され、取り出されるべき命令を記憶するための命令キャッシュ110を含む。それらの取り出されるべき命令は所定のアドレスで位置指定される。命令キャッシュ110から取り出された命令セットを記憶するための少なくとも1つの命令待ち行列120が、命令キャッシュ110に動作可能に接続される。命令待ち行列120に含まれた命令のディスパッチを制御するための命令ディスパッチ・ユニット130が、命令待ち行列120に動作可能に接続される。ブランチ解決ロジック140が命令ディスパッチ・ユニット130及びBHT100に動作可能に接続される。ブランチ解決ロジック140はブランチ命令を解決するという機能を遂行する。即ち、それは、1つのブランチ命令に対して、プロセッサが命令の第1順次パス及び命令の第2ブランチ・パスの間でどちらのパスを取るべきかを選択することによってその後に処理される命令の順序を制御する。ブランチ命令は、第2ブランチ・パスの命令が選択される時に「取られ」、それによって、命令の第1順次パス又は直線的パスから変更或いはジャンプするものであると云える。ブランチ命令が「取られない」場合、命令ストリームは命令の第1順次パスに沿って継続する。条件が満たされないためにブランチ命令が解決され得ない場合、そのブランチ命令は、先ず、取られるものとして又は取られないものとして予測又は推定されなければならない。

【0013】ブランチ命令ロジック140は、この目的のために、即ち、未解決のブランチを予測しそしてその予測に従ってそれらのブランチを解決するために、BHT100に記憶されたブランチ予測データを利用する。例えば、未解決のブランチ命令は、取られると予測され

る場合に取り除かれるものとして解決される。ブランチ解決ロジック140は、ブランチ命令に対する予測の精度に基づいてステータス更新を、書込ポート102及び104を介してBHT100に与える。換言すれば、ブランチ解決ロジック140は、条件付きブランチ命令が取られるかどうかを決定する条件を追跡し、そのブランチ命令に対する予測が正しかったかどうかを決定する。従って、ブランチ解決ロジック140は、2つの解決するブランチ命令に対する更新データをBHT100に同じ時間内に、換言すれば、並列に書き込む。ブランチ解決ロジック140は、同じクロック・サイクル内でその2つのブランチ命令を処理することが望ましい。BHT100は、命令キャッシュ110から取り出された命令のセットが命令待ち行列120に記憶されるのと同時にBHTデータ・エントリを命令待ち行列120に与えるように命令待ち行列120に接続される。その分野ではよく知られているように、BHT100は、1つ又は複数の飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160を含み、各ブランチ命令がそれらの飽和アップ・ダウン・カウンタの1つに割り当てられる。アップ・ダウン・カウンタ150、160は2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタである。各BHTデータ・エントリは飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160の値又は状態である。

【0014】図3は、2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160の状態図を示す。2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160は4つの状態を含む。現在解決され得ないブランチ命令は、2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160がどの状態にあるかに従って取られなかったり或いは取られたりすると予測される。アップ・ダウン・カウンタ150、160の4つの状態は、“00”、即ち、「強く取られない状態」152、“01”、即ち、「弱く取られない状態」154、“10”、即ち、「弱く取られる状態」156、及び“11”、即ち、「強く取られる状態」158を含む。2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160が状態152又は154にある場合、ブランチ命令は「取られなかったと見なされる」である。2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160が状態156又は158にある場合、ブランチ命令は「取られたと見なされる」である。2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160は、ブランチ解決ロジック140から受け取ったステータス更新に基づいて状態を変化する。例えば、現在、2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150が状態156にあり、カウンタ150に対応するブランチ命令が、ブランチが取られたとして正しく予測されたことをステータス更新が表す場合、その状態は状態156から状態158に変化する。一方、ブランチ命令が取られなかった場合、予測誤りか生じたことになり、その状態は状態156から状態154に変化し、ブランチ命令が取られなかったと予測されるか或いは見

なされるであろう。2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタ150、160は、状態152又は158にある時には、背中合わせの正しい予測のために、飽和されると云える。

【0015】図4を参照すると、本発明の装置及び方法が示され、そこでは、図3における参照番号と同じ参照番号は同様の又は同じ部分を表す。図4は、本発明によるBHT書込ポート・アービトレーション・ユニットを表すブロック270の追加を除けば図3と同じである。

10 BHT書込ポート・アービトレーション・ユニット270は、BHT200を更新するために解決される2つのブランチ命令のうちの1つに対応したデータを選択する。この場合、BHT200は、図2に示された2つの書込ポート102、104の代わりに単一の書込ポート202を含んでいる。

【0016】図5は、所定数のサイクル/秒で動作するプロセッサにおいてBHTを更新するための方法を示す。本発明によれば、その方法は、プロセッサによって処理されるその後のすべての命令の順序を命令の第1順次バスと命令の第2ブランチ・バスとの間で制御する第1及び第2ブランチ命令に対して、第2ブランチ・バスの命令がステップ300において取られるかどうかを予測するステップを含む。ステップ310は、ステップ300における予測に従って第1又は第2ブランチ命令に対して、どちらのバスの命令が取られるかを同じ時間内で解決することを含む。ステップ320は、第1及び第2ブランチ命令に対して、ステップ300における予測が正しかったかどうかを決定することを含む。ステップ330は、ステップ320において決定された情報に基づいてBHTにおいて更新されるべきその第1及び第2ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを選択することを含む。

【0017】ステップ340では、本発明の方法は、ステップ330において選択されたブランチ命令に対応するデータをBHTにおいて更新することを含む。選択ステップ330は、第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、BHTにおいて更新されるべきその第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ

(ステップ330a)及び第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、BHTにおいて更新されるべきその第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ(ステップ330b)を含んでいる。さらに、選択ステップ330は、第1及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われ且つ第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず、第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和された時、BHTにおいて更新されるべきその第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ

50 (ステップ330c)、第1及び第2ブランチ命令に対

する予測が両方とも正しく行われ且つ第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず、第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される時、BHTにおいて更新されるべきその第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ(ステップ330d)、及び、第1及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われ且つ第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され、第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される時、BHTにおいて更新されるべきその第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ(ステップ330e)を含んでいる。

【0018】本発明は、更に、BHT200を更新するための装置も含む。その装置は、所定数のサイクル/秒で動作するプロセッサ10のようなプロセッサを含む。そのプロセッサは、BHT200を更新するための単一書込ポート202を有するBHT200を含む。本発明の装置は、第1ブランチ命令が解決される時間又はサイクルと同じ時間又はサイクル内で、予測に基づいて、第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令を予測及び解決するためのブランチ解決ロジック240を含んでいる。ブランチ解決ロジック240は、第1及び第2ブランチ命令が正しく予測されたかどうかを決定する。

【0019】更に、本発明の装置は、ブランチ解決ロジック240からの予測精度情報を利用することによって、書込ポート202を介してBHT200において更新されるべき第1又は第2ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを選択するためのBHT書込ポート・アービトレーション・ユニット270も含んでいる。BHTアービトレーション・ユニット270は、第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、BHT200において更新されるべき第1ブランチ命令に対応したデータを選択し、第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、BHT200において更新されるべき第2ブランチ命令に対応したデータを選択し、第1及び第2ブランチ命令に対する両方の予測が正しく行われ、しかも、第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタ250が飽和されず、第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタ260が飽和される時、BHT200において更新されるべき第1ブランチ命令に対応したデータを選択し、第1及び第2ブランチ命令に対する両方の予測が正しく行われ、しかも、飽和アップ・ダウン・カウンタ260が飽和されず、飽和アップ・ダウン・カウンタ250が飽和される時、BHT200において更新されるべき第2ブランチ命令に対応したデータを選択し、第1及び第2ブランチ命令に対する両方の予測が正しく行われ、しかも、飽和アップ・ダウン・カウンタ250が飽和され、飽和アップ・ダウン・カウンタ260が飽和される時、BHT200におい

て更新されるべき第1ブランチ命令に対応したデータを選択する。

【0020】本発明及びその利点を詳しく説明したけれども、本発明の精神及び技術範囲から逸脱することなく、種々の変更、代用、及び改変を行い得ることは明らかである。

【0021】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0022】(1) プロセッサにおけるデータでもってブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)を更新するための方法にして、(a) 第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するステップと、(b) 前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、ステップ(a)における予測に従ってどちらの命令のパスが取られるかを解決するステップと、(c) ステップ(a)における予測が正しかったかどうかに応答して、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうちの一方に対応するデータを選択するステップと、を含む方法。

(2) 前記ステップ(c)において選択されたデータを更新するステップを含むことを特徴とする上記(1)に記載の方法。

(3) 前記ステップ(c)は、前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを含むことを特徴とする上記(1)に記載の方法。

(4) 前記ステップ(c)は、前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを含むことを特徴とする上記(1)に記載の方法。

(5) 前記ステップ(c)は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われた時、前記BHTに対して飽和アップ・ダウン・カウンタを与えるステップを含むことを特徴とする上記

(1)に記載の方法。

(6) 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含むことを特徴とする上記(5)に記載の方法。

(7) 前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含

むことを特徴とする上記(5)に記載の方法。

(8) 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップを更に含むことを特徴とする上記(5)に記載の方法。

(9) ブランチ予測データを有し、飽和アップ・ダウン・カウンタを含むブランチ・ヒストリ・テーブルをプロセッサにおいて更新するための方法にして、

(a) 第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、命令のブランチ・パスが取られるかどうかを予測するステップと、

(b) 前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記ステップ(a)における予測にตอบสนองしてどちらの命令のパスが取られるかを解決するステップと、

(c) 前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記ステップ(a)における予測が正しかったかどうかを決定するステップと、

(d) 下記のステップを遂行することによって前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうちの一方に対応したブランチ予測データを選択するステップと、

(d1) 前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、

(d2) 前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、及び

(d3) 前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われた時、以下のステップに従って選択するステップ、(i) 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべきブランチ命令として前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、(ii) 前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、及び(iii) 前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するステップ、

(e) 前記ステップ(d)において選択された前記ブラ

ンチ命令に対する前記BHTにおいて記憶されたブランチ予測データを更新するステップと、を含む方法。

(10) ブランチ・ヒストリ・テーブル(BHT)を更新するための装置にして、(a) データを記憶するBHTであって、前記データを更新するための単一の書込ポートを有するBHTを含むプロセッサと、(b) 前記プロセッサによって処理されるその後の命令の順序を命令の順次バス及び命令のブランチ・バスの間で制御する第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対して、前記命令のブランチ・バスが取られるかどうかを予測するための手段と、(c) 前記予測するための手段による予測に従って及び同じサイクル内で、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対してどちらの命令のバスが取られるかを解決するためのブランチ解決手段と、(d) 前記ブランチ解決手段は、前記予測するための手段による前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が正しかったかどうかを決定するための決定手段を含むことと、(e) 前記予測が正しかったかどうかにตอบสนองして、前記書込ポートを介して前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを選択するためのBHT書込ポート・アービトレーション手段と、を含む装置。

(11) 前記BHT書込ポート・アービトレーション手段によって選択された前記BHTにおける前記ブランチ命令のうちの一方に対応したデータを更新するための更新手段を更に含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

(12) 前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

(13) 前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令に対する予測が正しく行われ且つ前記第2ブランチ命令に対する予測が予測誤りであった時、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

(14) 前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和されず且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

(15) 前記BHT書込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第2ブラン



13

チ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが正しく飽和されず且つ前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第2ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

(16) 前記BHT容込ポート・アービトレーション手段は、前記第1ブランチ命令及び第2ブランチ命令に対する予測が両方とも正しく行われる時、前記第1ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和され且つ前記第2ブランチ命令に対応した飽和アップ・ダウン・カウンタが飽和される場合に、前記BHTにおいて更新されるべき前記第1ブランチ命令に対応したデータを選択するための手段を更に含むことを特徴とする上記(10)に記載の装置。

【0023】

14

【発明の効果】本発明によって、単一サイクルで複数のブランチを解決するブランチ・ヒストリ・テーブルの更新が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を具体化する情報処理システムである。

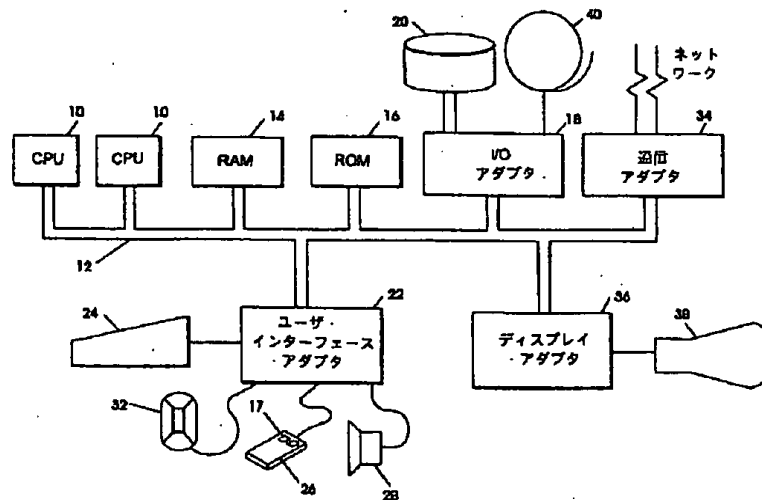
【図2】情報処理システムにおけるブランチ・ヒストリ・テーブルを更新するための従来の方法を示すブロック図である。

【図3】ブランチ・ヒストリ・テーブルにおいて利用される2ビット飽和アップ・ダウン・カウンタのオペレーションを示す状態図である。

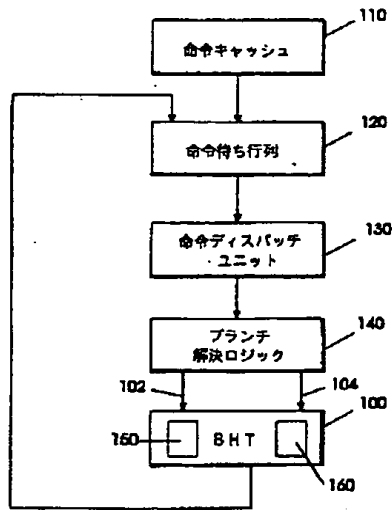
【図4】本発明に従ってブランチ・ヒストリ・テーブルを更新するための装置及び方法を示すブロック図である。

【図5】本発明による方法を示すフローチャートである。

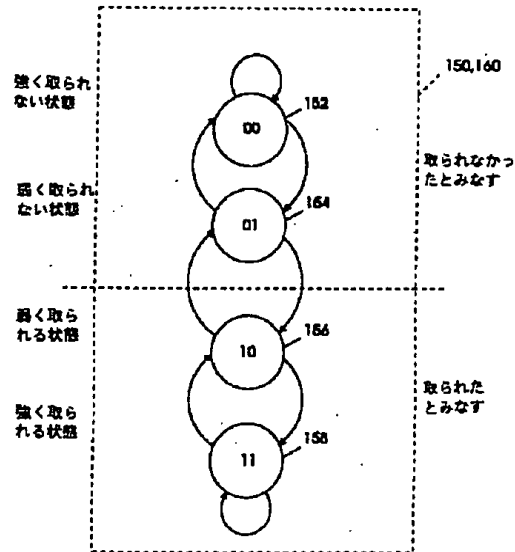
【図1】



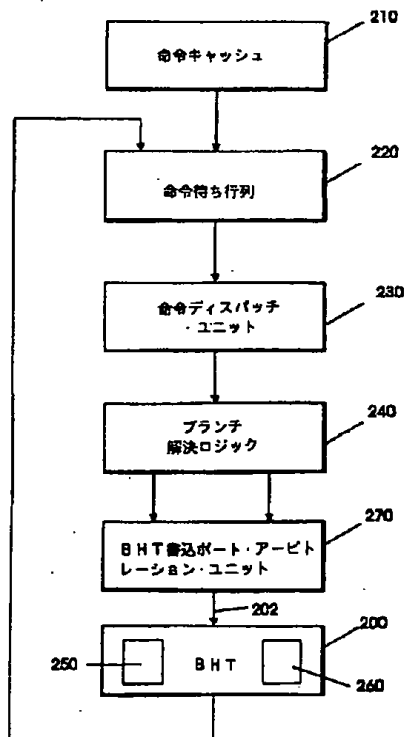
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

